

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2000019031  
PUBLICATION DATE : 21-01-00 ✓

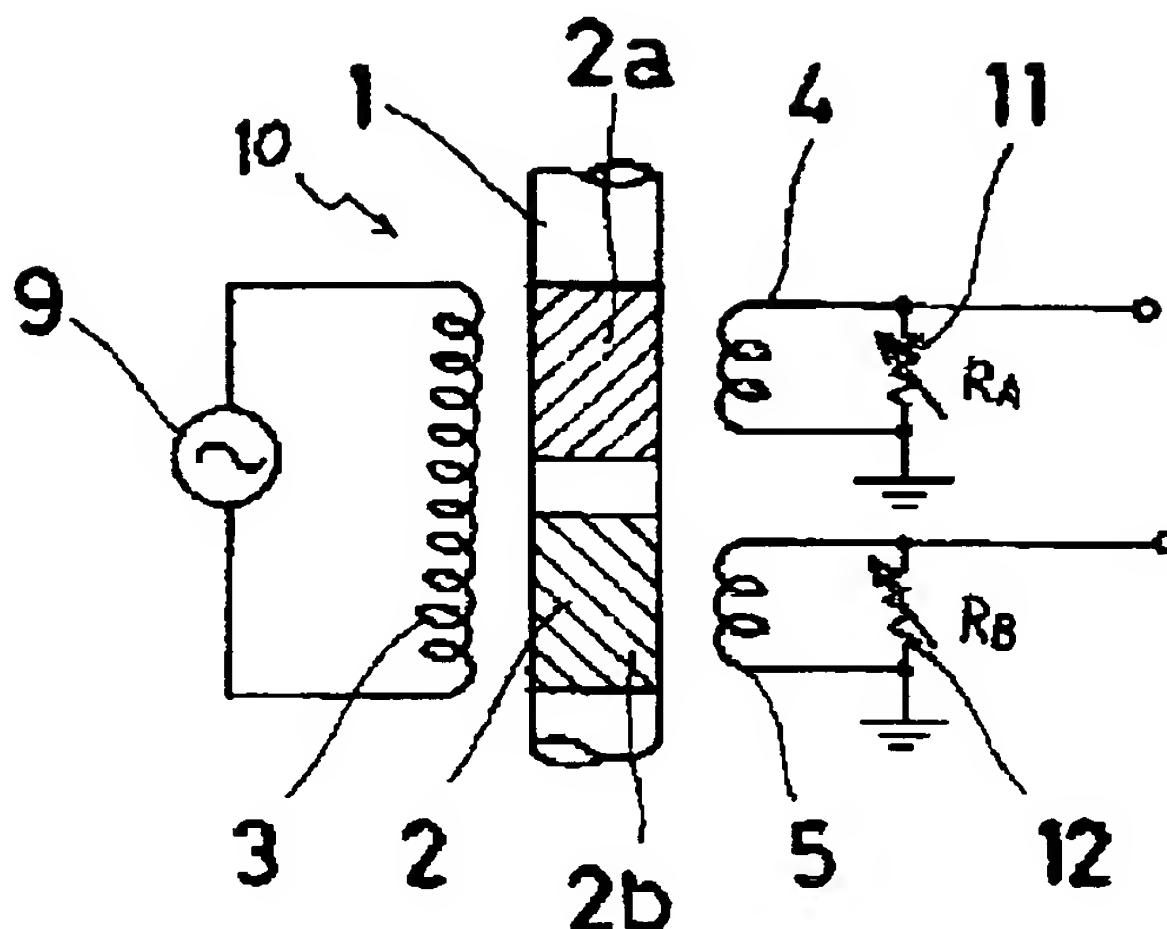
APPLICATION DATE : 30-06-98  
APPLICATION NUMBER : 10183802

APPLICANT : AISIN SEIKI CO LTD;

INVENTOR : ISHIBASHI MAKOTO;

INT.CL. : G01L 3/10

TITLE : TORQUE SENSOR



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the performance of a torque sensor by suppressing the drift of its output when the torque impressed upon its shaft is zero.

SOLUTION: A torque sensor is a magnetostriction type torque sensor 10 provided with a shaft 1 having grooves 2a and 2b which become a magnetically anisotropic section 2 on its outer peripheral surface, an exciting coil 3 which is faced to the anisotropic section 2 and across which an AC voltage 9 is applied, and a pair of detecting coils 4 and 5 which is excited by the coil 3 and detects the torque impressed upon the shaft 1 from the variation of magnetic permeability  $\mu$ . The sensor is also provided with variable resistors 11 and 12 which are connected in parallel with the coils 4 and 5 and make the amplitudes and phases of AC signals generated in the coils 4 and 5 coincident with each other by changing their resistance values  $R_A$  and  $R_B$  when the torque impressed upon the shaft 1 is zero.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)
(12) 公開特許公報 (A)
(11) 特許出願公開番号  
特開2000-19031  
(P2000-19031A)

(43) 公開日 平成12年1月21日 (2000.1.21)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
G 0 1 L 3/10

識別記号  
F I  
G 0 1 L 3/10

テマコード (参考)  
A

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

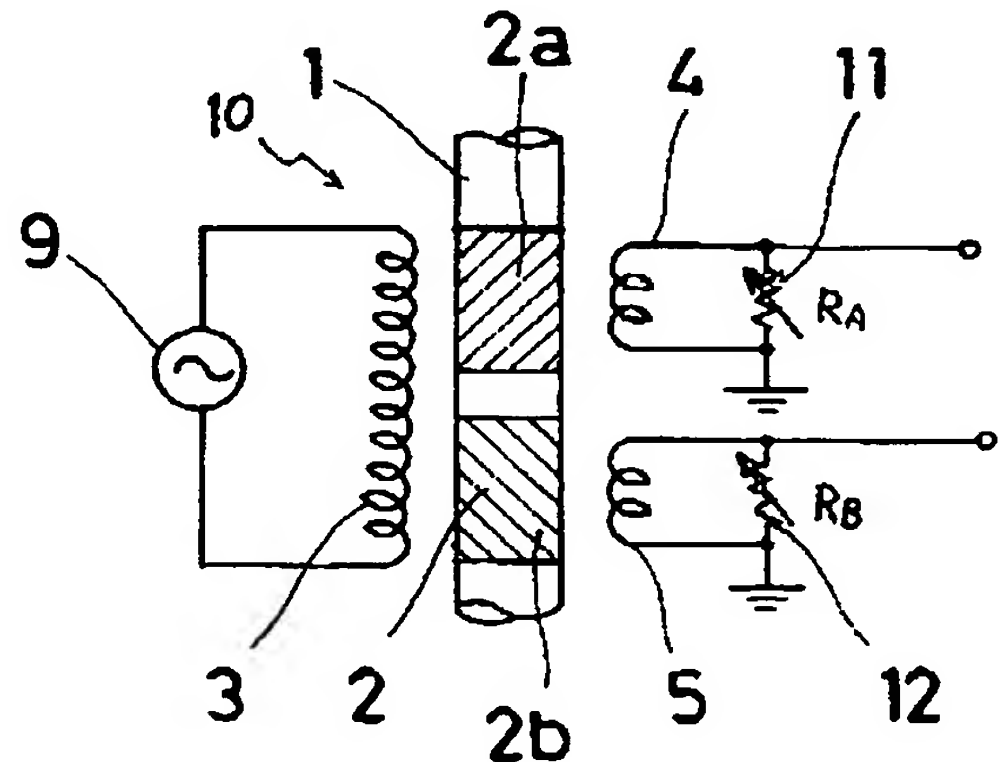
(21) 出願番号	特願平10-183802	(71) 出願人	000000011 アイシン精機株式会社 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地
(22) 出願日	平成10年6月30日 (1998.6.30)	(72) 発明者	倉知 秀哉 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社内
		(72) 発明者	三輪 守孝 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社内
		(72) 発明者	石橋 誠 愛知県刈谷市昭和町2丁目3番地 アイシン・エンジニアリング株式会社内

(54) 【発明の名称】 トルクセンサ

(57) 【要約】

【課題】 零トルク時におけるセンサ出力のドリフトを抑え、センサ性能を向上させる。

【解決手段】 外周面に磁気異方性部2となる溝2a, 2bが設けられたシャフト1と、磁気異方性部2に対向して、交流電圧9が印加される励磁コイル3と、励磁コイル3によって励磁され透磁率 $\mu$ の変化によりシャフト1にかかるトルクを検出する対の検出コイル4, 5とを備えた磁歪式のトルクセンサ10において、検出コイル4, 5に並列接続されて、零トルク時に抵抗値 $R_A$ ,  $R_B$ を可変することによって、検出コイル4, 5に発生する交流信号の振幅および位相を一致させる可変抵抗11, 12を備えた。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 外周面に磁気異方性部が設けられたシャフトと、前記磁気異方性部に対向して設けられ交流電圧が印加される励磁コイルと、該励磁コイルによって励磁され透磁率の変化により前記シャフトにかかるトルクを検出する対の検出コイルとを備えた磁歪式のトルクセンサにおいて、

前記検出コイルに接続され、零トルク時に抵抗値を可変して対の検出コイルに発生する交流信号の振幅および位相を一致させる可変抵抗を備えたことを特徴とするトルクセンサ。

【請求項2】 前記可変抵抗は、対の検出コイルにそれぞれ並列接続される請求項1に記載のトルクセンサ。

【請求項3】 前記可変抵抗に並列に接続された分割抵抗を更に備え、該分割抵抗の抵抗値により対の検出コイルに発生する交流信号の振幅を互いに一致させ、前記可変抵抗により位相を一致させる請求項2に記載のトルクセンサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、トルクセンサに関するものであり、特にトルクセンサのトルクが作用しない零トルク時におけるセンサ出力（零点ドリフト）の調整に係わる。

## 【0002】

【従来の技術】従来においては、シャフトに螺旋溝を有し、螺旋溝が設けられた磁気異方性部（磁歪部ともいう）の透磁率の変化をシャフトに対向して設けられた検出コイルにより検出する磁歪式のトルクセンサが知られている。

【0003】この磁歪式のトルクセンサでは、螺旋溝が設けられる磁気異方性部の寸法精度やセンサ毎の性能ばらつきにより、シャフトにトルクが作用していない時（零トルク時）において、トルクセンサからのセンサ出力がばらついてしまう。このことが原因により、トルクが作用していないとき零点出力が大きいほど、零点出力の温度特性も大きくなってしまふものとなる。このため、検出誤差の要因となり、センサ性能が良くないという問題点がある。

【0004】この問題点を改善するため、特開平4-357428号公報においては温度変化による零点ドリフトを抑えるために、トルクセンサ内部に感温抵抗を用いて温特補償対策をしており、特開平5-34220号公報においては、磁気異方性部に対応して設けられた対の検出コイルから互いに逆特性の信号を演算器で減算して、トルクセンサの温度変化に伴う零点ドリフトを含んだトルク信号を得る。一方、逆特性の信号を演算器で加算して零点ドリフトの大きさを演算し、得られた零点ドリフトに値を演算器によりトルク信号から減算することで零点ドリフトが補償されたトルク信号を得るようにし

ている。

## 【0005】

【本発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記に示す公報においては、いずれも検出コイルに発生する信号の電圧レベル（振幅）のみを一致させるよう補償を行っており、対の検出コイルに発生した信号の位相を合わせ込むようにはしていない。このため、対の検出コイルから得られた信号を基に、信号処理の過程において差動増幅を行うと2つの検出コイルからの信号の位相が一致していないことから、センサ出力に信号が発生し、センサとしての所望の性能が得られないものになってしまう。

【0006】よって、本発明は上記の問題点に鑑みてなされたものであり、零トルク時におけるセンサ出力のドリフトを抑え、センサ性能を向上させることを技術的課題とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために講じた技術的手段は、外周面に磁気異方性部が設けられたシャフトと、磁気異方性部に対向して設けられ交流電圧が印加される励磁コイルと、励磁コイルによって励磁され透磁率の変化によりシャフトにかかるトルクを検出する対の検出コイルとを備えた磁歪式のトルクセンサにおいて、検出コイルに接続され、零トルク時に抵抗値を可変して対の検出コイルに発生する交流信号の振幅および位相を一致させる可変抵抗を備えたことである。

【0008】上記の構成により、検出コイルに接続された可変抵抗により検出コイルに発生する交流信号の振幅および位相を一致させることが可能となるので、これらの信号の作動増幅を行った場合、センサ出力が零となり、零トルク時におけるドリフトを抑えることが可能となる。よって、センサ性能が向上するものとなる。

【0009】この場合、可変抵抗は対の検出コイルにそれぞれ並列接続されるようにすれば、簡単な構成でドリフトを抑えることが可能である。

【0010】また、可変抵抗に並列に接続された分割抵抗を更に備え、分割抵抗の抵抗値により対の検出コイルに発生する交流信号の振幅を互いに一致させ、前記可変抵抗により位相を一致させるようにすれば、安価かつ簡単な方法でドリフトを抑えることが可能となる。

## 【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面を参照して説明する。

【0012】まず最初に、磁歪式のトルクセンサ10について簡単に説明する。図1において、シャフト1には螺旋溝（溝）2a、2bが互いに2つの方向性（シャフト軸に対して垂直な面を基準として、検出感度が最大となる $-45^\circ$ 、 $+45^\circ$ の傾斜角度）をもって設けられている。この場合、螺旋溝2a、2bは磁気異方性部2となる。



【0013】また、シャフト1に対し、対向して励磁コイル3が設けられ、この励磁コイル3には交流電圧9が印加されるようになっている。励磁コイル3への励磁により交流電圧が発生する検出コイル4、5を螺旋溝2a、2bが形成された径方向の位置に所定間隔をもって配設し、検出コイル4、5によりシャフト1にトルクが加わったときの透磁率 $\mu$ の変化を検出する構成をとる。

【0014】更に、検出コイル4には一端が接地された接地抵抗6が並列接続され、検出コイル5には一端が接地された接地抵抗7が接続される。励磁により検出コイル4、5に発生した2つの交流信号は、2つの入力信号の差動増幅する検出処理回路8によりシャフト1にかかったトルクが検出されるようになっている。

【0015】この構成において、励磁コイル3に10KHz～50KHzの正弦波の交流電圧9が印加される。励磁コイル3に交流が印加されると、磁歪部となる磁気異方性部2には励磁コイル3に電流が流れることで交流磁界が発生する。この場合、シャフト1にトルクが作用しない状態では、検出コイル4、5にそれぞれ交流信号が発生する。

【0016】この状態で、シャフト1にトルクが作用した場合にはシャフト1の磁歪部において透磁率 $\mu$ の変化が発生し、検出コイル4、5とその検出コイル4、5に接続された接地抵抗6、7により交流信号差となって現れてくる。その交流信号の差を検出信号処理回路8で処理することにより、センサ出力を得る。

【0017】しかしながら、検出コイル4、5と検出コイル4、5にそれぞれ接続された接地抵抗6、7には寸法精度およびセンサ毎の性能ばらつきが発生するため、2つの信号は若干の電圧差 $\Delta V$ と位相差 $\Delta \theta$ をもった交流信号となる。その検出コイル4、5に発生した交流信号の差を、信号処理の過程において検出信号処理回路8で差動増幅を行った場合、零トルク状態においてセンサ出力が出てしまうものとなる(図6の(a)参照)。

【0018】そこで、このような零トルク時のドリフトを抑えるようにした。図2に示される第1実施形態では、図1に示す接地抵抗6、7をトリマブル抵抗器等の可変抵抗11、12とし、シャフト1にトルクが作用していない状態(零トルク状態)において、検出コイル4、5の出力に現れる交流電圧と位相差を可変抵抗11、12と並列に設けた交流電圧計および位相差計でモニターしながら、2つの検出コイルの電圧差 $\Delta V$ と位相差 $\Delta \theta$ が小さくなるように、可変抵抗11、12の抵抗値を調整し、検出コイル4、5の出力は検出信号処理回路8に入力され、2つの信号の差に比例した信号がセンサ出力として出力されるようにした。

【0019】この場合、零トルク時に2つの検出コイル4、5の電圧差(振幅の差)が小さくなると、出力されるセンサ出力(Nu11値)の所望の値とのかい離値が小さくなる。トルクセンサ出力に含まれる誤差分のNu

11値は温度特性を持っている為に、トルクセンサ出力の温度等による零点ドリフトも影響を受ける。すなわち、トルクセンサの零点の温度特性等の性能も改善できる。

【0020】しかし、抵抗Rとコイルの $\omega L$ で示される複素インピーダンスにおける位相 $\theta$ の関係は図3のようになる。つまり、抵抗Rを可変するとベクトルで表わせる位相 $\theta$ が変化するため、検出コイル11、12の片側のコイルの抵抗値を可変すれば、2つのコイルの位相差も可変するようになる。

【0021】そこで、この特性を利用した第2実施形態について説明する。つまり、2つの検出コイル4、5に発生する交流信号の電圧差(振幅の差)と位相差は、通常、一方を変化させれば一緒に変動してしまい、電圧差を合わせようとする位相差の値も変わってしまう。また、位相差を合わせようとする電圧差の値も変わってしまうものとなる。

【0022】故に、図4の第2実施形態においては、図2に示される可変抵抗11、12を抵抗13、14、15、16(抵抗値: R1, R2, R3, R4)の複数個に分割する方法をとっている。ここでは、2つの検出コイル4、5の交流信号電圧の差と位相差を別々に調整することにより、零トルク時の検出信号処理回路8より出力されるNu11値を低減している。

【0023】概略を説明すると、抵抗13、14の合成抵抗の値を $RA (=R1+R2)$ 、接地抵抗15、16の合成抵抗の値を $RB (=R3+R4)$ として、どちらか一方について合成抵抗の値を増減する事により位相差の低減を行う。その後、抵抗13、14の中間端子と、抵抗15、16の中間端子より出力された交流信号の電圧差を交流電圧計でモニターし、交流電圧の電圧値の小さい方の値を基準として、交流電圧の値に大きい側の合成抵抗値RAまたはRBの値を変えないようにする。即ち、RAの場合においては接地抵抗値R1、R2の抵抗分圧比、RBの場合においては接地抵抗値R3、R4の抵抗分圧比を可変することで、検出信号処理回路8に入力される交流信号の電圧差を小さくすることができる。この場合、分割抵抗をそれぞれ2つとして調整を行っているが、抵抗分割数はこれに限定されないものとする。

【0024】図5のフローチャートを参照して零トルク時のドリフト低減の調整方法を説明する。ここでは、まず最初に、ステップS101において図4に示されるac間に可変抵抗RA、df間に可変抵抗RBをそれぞれの検出コイル4、5に対して並列に接続する。可変抵抗RA、RBを接続したら、励磁コイル3に交流電圧9を印加する。その後、ステップS103においてac間の電圧Vacとdf間の電圧Vdf間の位相差を測定する。

【0025】ステップS104ではVacとVdfとを比較し、位相の遅れている方の電圧を基準として進んでいる方の可変抵抗(RAまたはRBのいずれか)を調節

し、両者の位相差を零に合わせる。その後、ステップS105において位相差が零になったかが判定される。位相差が零になっていない場合にはステップS103に戻り、ステップS103からステップS105までの同じ処理を繰り返すが、ここで、位相差が零（2つの位相が一致）した場合には、ステップS106以降の電圧レベルを一致させる処理を実行する。

【0026】電圧レベルを一致させる処理において、ステップS106ではacおよびdfに接続されている可変抵抗RA、RBを取り外し、分割抵抗となる抵抗13、14（抵抗値：R1、R2）をRAが取付けられていたac間の位置に直列で接続し、また、分割抵抗となる抵抗15、16（抵抗値：R3、R4）をRBが取付けられていたdf間の位置にそれぞれ直列で接続する。その後、ステップS107においてこのbc間電圧Vbcとef間電圧Vefを測定し、ステップS108において、 $RA = R1 + R2$ 、 $RB = R3 + R4$ の条件下で、VbcとVefが等しくなるようにR1、R2、または、R3、R4の組み合わせを調整して抵抗の分圧比を調整する。その後、ステップS109においてVbcとVefの差が零（交流電圧信号の振幅が一致）したかが判定される。ここで、VbcとVefの差が零でない場合（振幅が一致していない場合）にはステップS107に戻り、ステップS107からステップS109までの電圧調整を行うが、VbcとVefの差が零になった場合にはこの調整を終了する。

【0027】これを波形で説明すると図6に示すようになる。これは検出コイル4、5の出力波形に対して検出信号処理回路8で差動増幅を行った場合の波形を示しており、(a)は可変抵抗11、12による調整を行う前の波形であり、2つの交流信号の振幅と位相はずれている。この信号を基に信号処理過程において差動増幅を行えば、右図に示されるようにセンサ出力が零トルク時でも現れる。また、(b)では位相調整後の波形を示しており、ここでは、位相は一致するが電圧レベルが一致していないことから、差動増幅を行えば零トルク時でもセンサ出力が現れるものとなる。更に、(c)では位相調整後に電圧レベルの調整を行った場合の波形を示しており、検出コイル4、5からの信号が位相と電圧が一致または略一致した場合には、2つの波形は略一致し、信号処理の過程において差動増幅を行えば、従来に比べて、零トルク時のドリフト成分を極力抑えることができることを示している。

【0028】次に、図7を参照して第3実施形態を説明する。これは、可変抵抗11、抵抗13、14と可変抵抗12、抵抗15、16の複数の可変抵抗に分割する構成をとり、可変抵抗11に並列で抵抗13、14が接続されていると共に、可変抵抗12に並列で抵抗15、16が接続される。この構成において、2つの検出コイル4、5の交流信号の電圧差と位相差を別々に調整し、

零トルク時の検出信号処理回路8より出力されるNull値を低減するようにしている。ここでは、可変抵抗11と抵抗13、14（抵抗値：RA、R1、R2）の合成抵抗値をRC、可変抵抗12と抵抗15、16（抵抗値：RB、R3、R4）の合成抵抗値をRDとし、可変抵抗11、12の抵抗値を可変する事により、検出コイル4側の合成抵抗値RCと検出コイル5側の合成抵抗値RDを調整して、位相差の低減を実現している。次に、抵抗13、14の中間端子と抵抗15、16の中間端子より出力された交流信号のVbc、Vefの電圧差を交流電圧計でモニターし、交流電圧値の小さい方の値を基準として交流電圧値に大きい側の抵抗分圧比を可変するという事で検出信号処理回路8に入力される交流信号電圧差を小さくする。このとき合成抵抗RCまたはRDの値の変化を極力抑え、一度合わせた位相差の変化をする極力小さくするため、可変抵抗11の抵抗値RAは抵抗13、14の合成抵抗値（ $= R1 + R2$ ）に比べ充分大きい値に設定し、また、可変抵抗12の抵抗値RBは抵抗15、16の合成抵抗値（ $= R3 + R4$ ）と比較して充分に大きい値に設定する。

【0029】つまり、位相差に影響のある合成抵抗値の関係式はRCの場合、次式のようになる。

【0030】

$RC = (RA \cdot (R1 + R2)) / (RA + R1 + R3)$ で表われ、 $RA \gg R1 + R2$ の場合には、RCとRAが略等しくなり、抵抗13、14を可変しても位相差の変化は極力小さくする事ができる。また、RBの場合においても同様である。尚、この場合においても、分割抵抗の数はいくつであっても良い。また、位相調整と電圧調整を行う順序はこれに限定されず、電圧調整を行ってから位相調整を行うこともできる。

【0031】

【効果】本発明によれば、外周面に磁気異方性部が設けられたシャフトと、磁気異方性部に対向して設けられ交流電圧が印加される励磁コイルと、励磁コイルによって励磁され透磁率の変化によりシャフトにかかるトルクを検出する対の検出コイルとを備えた磁歪式のトルクセンサにおいて、検出コイルに接続され、零トルク時に抵抗値を可変して対の検出コイルに発生する交流信号の振幅および位相を一致させる可変抵抗を備えたことにより、検出コイルに接続された可変抵抗により検出コイルに発生する交流信号の振幅および位相を一致させることが可能となるので、これらの信号の作動増幅を行った場合、センサ出力が零となり、零トルク時におけるドリフトを抑えることができる。よって、センサ性能が向上する。

【0032】この場合、可変抵抗は対の検出コイルにそれぞれ並列接続されるようにすれば、簡単な構成でドリフトを抑えることができる。

【0033】また、可変抵抗に並列に接続された分割抵抗を更に備え、分割抵抗の抵抗値により対の検出コイル



に発生する交流信号の振幅を互いに一致させ、前記可変抵抗により位相を一致させるようにすれば、安価かつ簡単な方法でドリフトを抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 磁歪式のトルクセンサの検出原理を説明する説明図である。

【図2】 本発明の第1実施形態におけるトルクセンサの構成図である。

【図3】 トルクセンサの説明における複素インピーダンスの関係を示す図である。

【図4】 本発明の第2実施形態におけるトルクセンサの構成図である。

【図5】 本発明の第2実施形態におけるトルクセンサの零トルク時のセンサ出力の調整方法である。

【図6】 本発明の実施形態におけるトルクセンサのセ

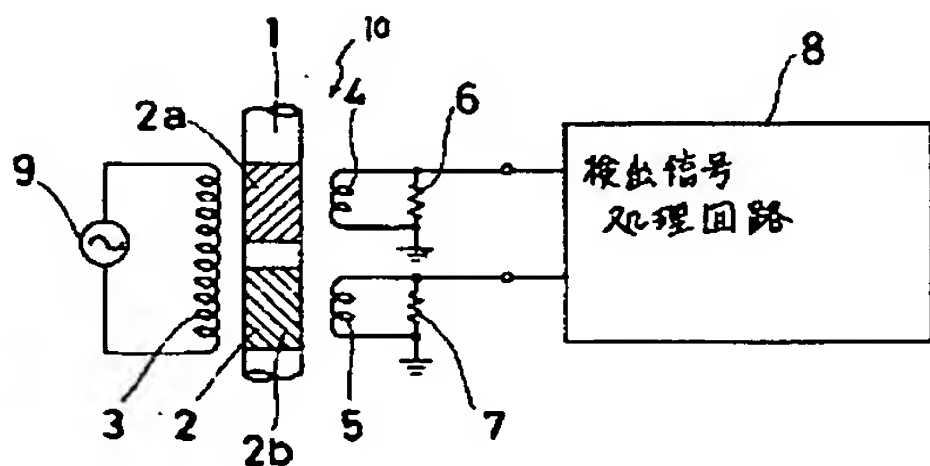
ンサ出力調整における検出コイルの波形および処理回路で作動増幅を行った後の波形である。

【図7】 本発明の第3実施形態におけるトルクセンサの構成図である。

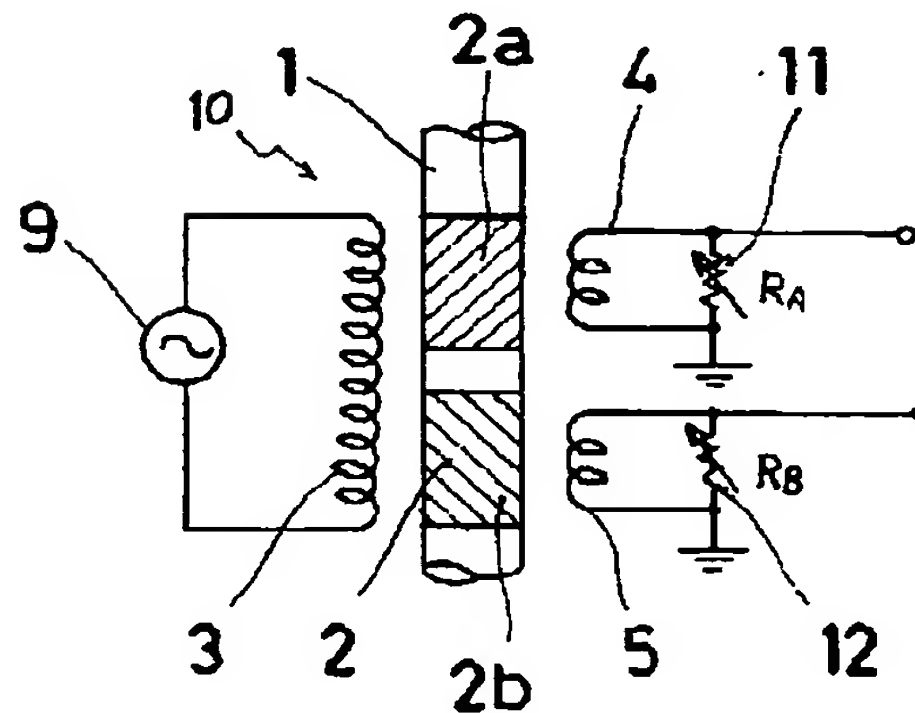
【符号の説明】

- 1 シャフト
- 2 磁気異方性部
- 3 励磁コイル
- 4, 5 検出コイル
- 6, 7 可変抵抗
- 8 検出処理回路
- 9 交流電圧
- 10 トルクセンサ
- 13, 14, 15, 16 抵抗（分割抵抗）

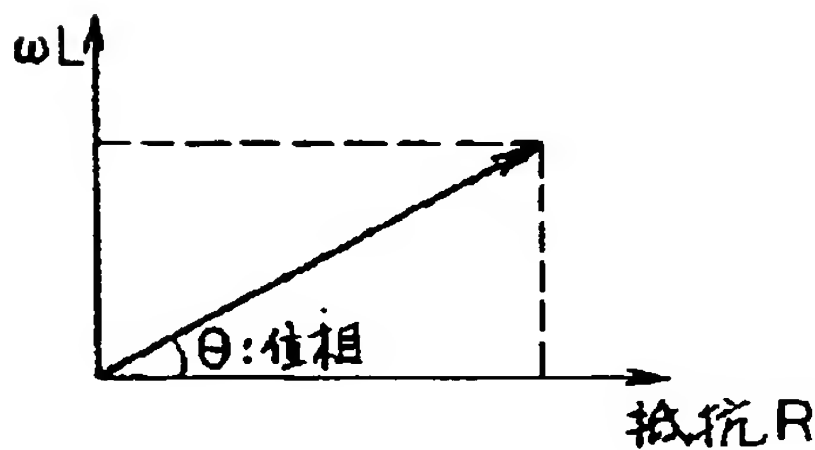
【図1】



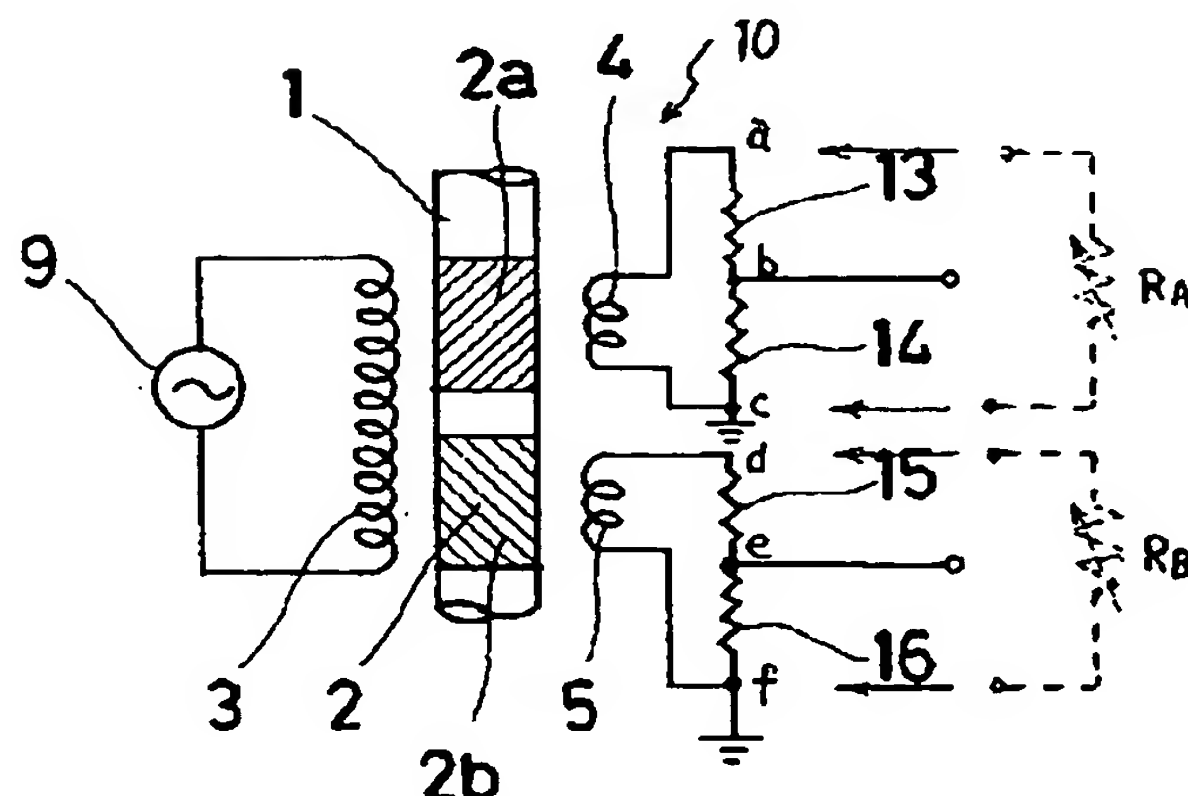
【図2】



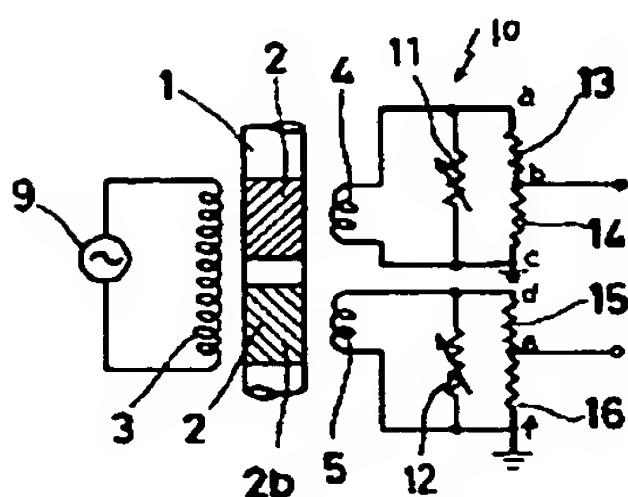
【図3】



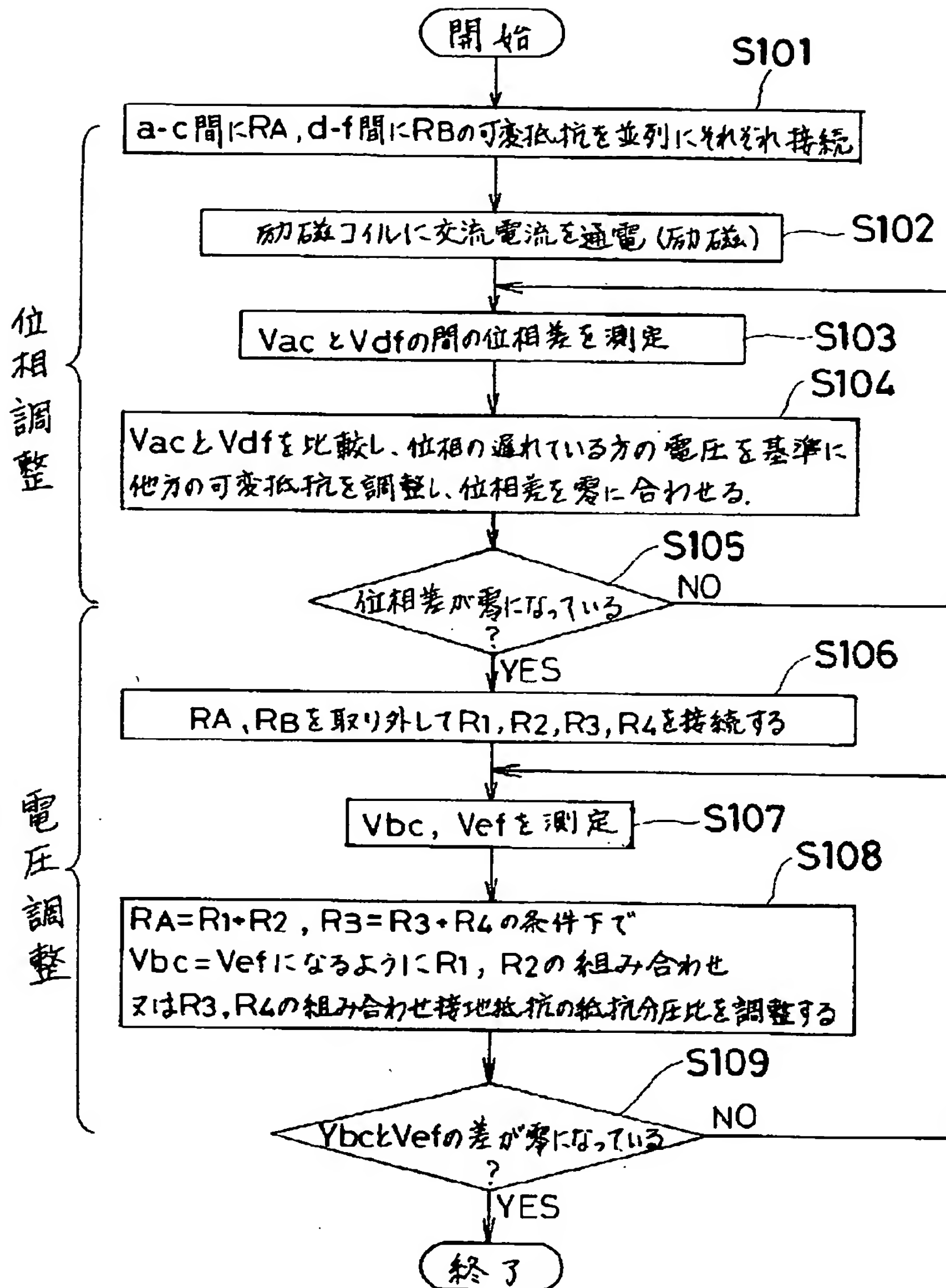
【図4】



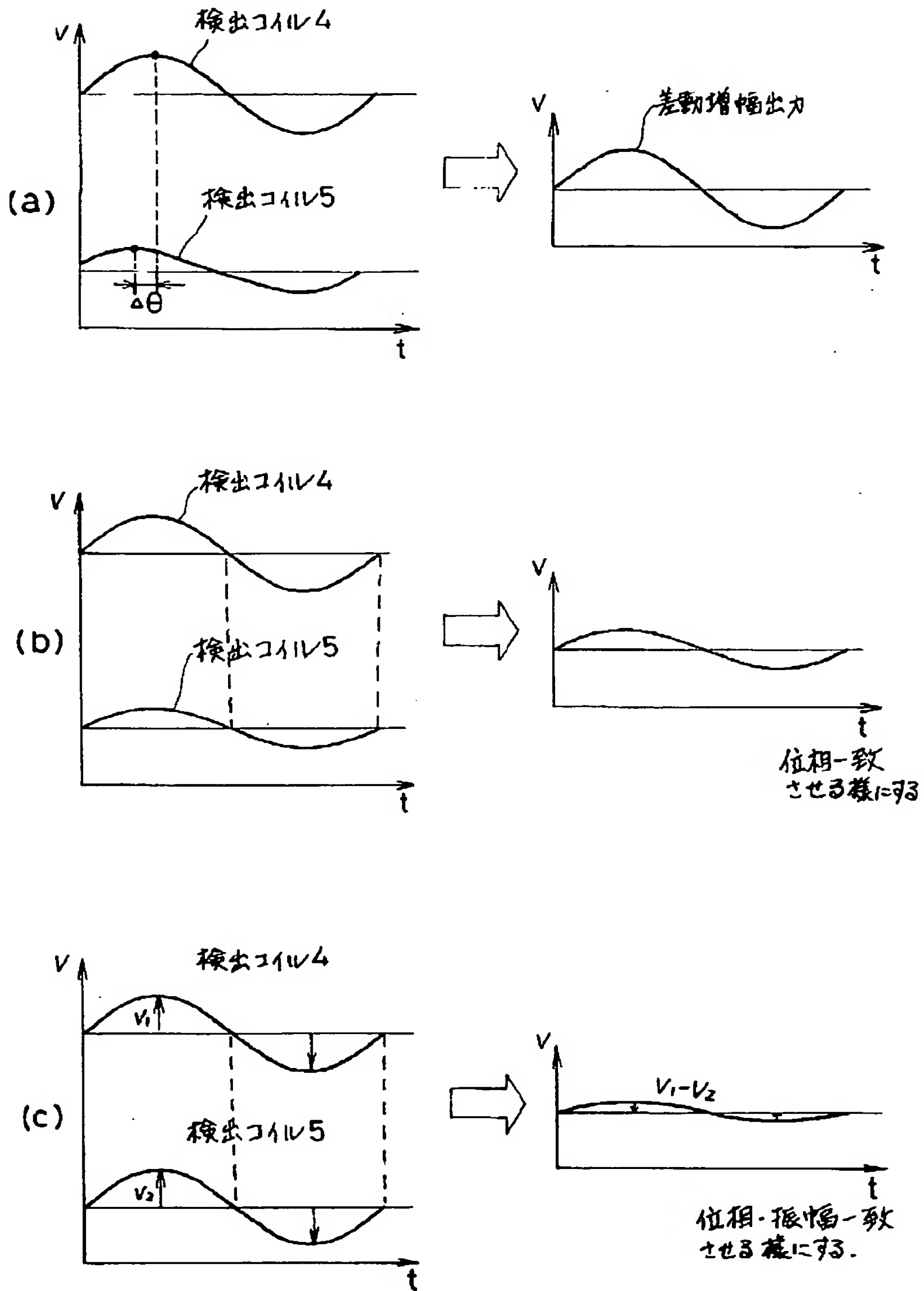
【図7】



【図5】



【図6】



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**